

Catalytic reduction of nitrogen oxides in exhaust gases using judiciously dosed urea reductant

Publication number: DE19818448

Publication date: 1999-10-28

Inventor: WISLER GERHARD (DE); PAJONK GUENTHER (DE);
WEIGL MANFRED (DE); HOFMANN LOTHAR (DE)

Applicant: SIEMENS AG (DE)

Classification:

- international: *F01N3/08; B01D53/94; F01N3/20; F23J15/00;*
F01N3/08; B01D53/94; F01N3/20; F23J15/00; (IPC1-7):
G05D11/035; B01D53/90; F01N3/20; F23J15/00

- European: B01D53/94F2D; B01D53/94Y; F01N3/20D; F23J15/00F

Application number: DE19981018448 19980424

Priority number(s): DE19981018448 19980424

Also published as:

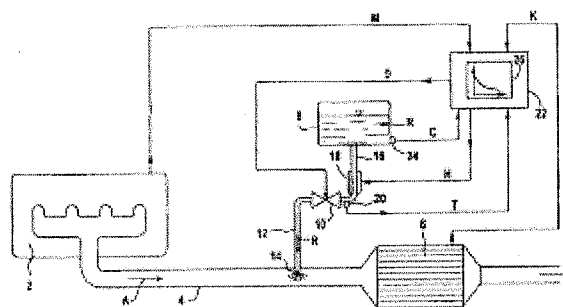
WO9955445 (A1)
EP1073509 (A1)
US6442932 (B1)
EP1073509 (A0)
EP1073509 (B1)
ES2219046T (T3)

less <<

[Report a data error here](#)

Abstract of DE19818448

Exhaust gases are dosed with reductant solution (R) before passing through a catalyst (6). The addition is calculated from the requirement. Reductant solution density is used in determining the volumetric dosage rate. Preferred features: Reductant solution temperature is measured, allowing the density to be calculated, which is used to determine the dosage volume. A characteristic curve determines dosage and gives the temperature-density relationship. The reductant is tempered and the density is adjusted. An NTC (negative temperature coefficient) heating element carries out tempering. Reductant concentration is used in determining the quantity to be dosed. An Independent claim is included for corresponding equipment which includes a reductant reservoir (8) and unit dosing reductant into the exhaust gases (A). A controller (18-26) determines reductant volume required, from its density.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

19 BUNDESREPUBLIK

DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

12

Offenlegungsschrift

10

DE 198 18 448 A 1

51 Int. Cl.⁶:

G 05 D 11/035

F 01 N 3/20

F 23 J 15/00

B 01 D 53/90

21 Aktenzeichen: 198 18 448.4

22 Anmeldetag: 24. 4. 98

43 Offenlegungstag: 28. 10. 99

DE 198 18 448 A 1

71 Anmelder:

Siemens AG, 80333 München, DE

72 Erfinder:

Wißler, Gerhard, Dr., 93104 Sünching, DE; Pajonk,
Günther, Dr., 96199 Zapfendorf, DE; Weigl,
Manfred, Dipl.-Phys., 93161 Sinzing, DE; Hofmann,
Lothar, Dipl.-Ing., 96224 Burgkunstadt, DE

56 Entgegenhaltungen:

DE 33 37 793 C2

DE 1 95 36 571 A1

DE 43 15 778 A1

Siemens Firmenschrift: "SINOx,
Stickoxidumwicklung

für stationäre Dieselmotoren", 1997, Bestell-nr.
A 96001-U91-A232;

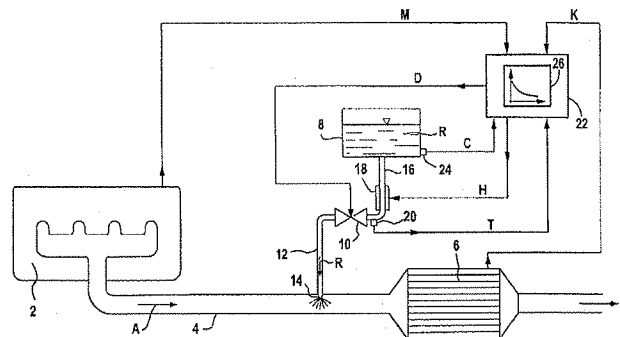
J. Grässel, W. Stieler: Stoffanalyse durch Messung
d. Dichte, In: Messen, Steuern und Regeln i. d.
Chem. Technik, (Hrsg. J. Hengstenberg et. al.),
1980;

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

54 Verfahren und Vorrichtung zur katalytischen Reduzierung von Stickoxiden im Abgas einer Verbrennungsanlage

57 Um bei einer Abgasreinigungsanlage zur Stickoxidreduzierung eine möglichst hohe Umsetzung der Stickoxide in einem DeNOx-Katalysator (6) zu gewährleisten und gleichzeitig ein Entweichen des zur Reduktion verwendeten Reduktionsmittels in die Umwelt zu verhindern, ist vorgesehen, bei der Bestimmung des zu dosierenden Volumens einer Reduktionsmittellösung (R) deren Dichte heranzuziehen. Die Dichte wird dabei in zweifacher Weise kontrolliert, indem die Temperatur der Reduktionsmittellösung (R) zum einen über einen Temperatursensor (20) gemessen und zum anderen mittels einer Temperiereinrichtung (18) eingestellt wird.



DE 198 18 448 A 1

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur katalytischen Umsetzung von Stickoxiden im Abgas einer Verbrennungsanlage, insbesondere im Abgas eines mit Luftüberschuß betriebenen Verbrennungsmotors, beispielsweise eines Dieselmotors.

Bei der Verbrennung von fossilem Brennstoff wie Erdöl oder Kohle in einer Verbrennungsanlage, insbesondere von Dieseldieselkraftstoff in einem Dieselmotor, entstehen unter anderem für die Umwelt schädliche Stickoxide. Um den Eintrag von Stickoxiden in die Umwelt zu vermindern, ist unter anderem bei der Kraftwerkstechnik der Einsatz eines in der Abgasleitung einer Verbrennungsanlage angeordneten Katalysators bekannt. Der Katalysator dient zur katalytischen Umwandlung der im Abgas enthaltenen Stickoxide in unbedenkliche Stoffe.

Bei einem mit Luftüberschuß betriebenen Verbrennungsmotor werden Stickoxide beispielsweise nach dem Verfahren der selektiven katalytischen Reduktion (SCR-Verfahren) aus dem Abgas entfernt. Dabei wird in das Abgas vor dem Durchströmen eines sogenannten SCR- oder DeNOx-Katalysators ein Reduktionsmittel eingebracht, das die im Abgas enthaltenen Stickoxide in Anwesenheit von Sauerstoff am Katalysator zu unschädlichem Stickstoff und Wasser umsetzt. Als Reduktionsmittel wird dabei in der Regel Ammoniak verwendet. Das Reduktionsmittel wird in das Abgas beispielsweise in Form einer Reduktionsmittellösung eingebracht, aus welcher das eigentliche Reduktionsmittel freigesetzt wird. Im Falle von Ammoniak ist eine solche Reduktionsmittellösung beispielsweise eine wäßrige Harnstofflösung. Siehe hierzu die Siemens-Firmenschrift: "SINOx, Stickoxidminderung für stationäre Dieselmotoren", 1997, Best.-Nr. A96001-U91-A232.

Bei der Stickoxidminderung nach dem SCR-Verfahren muß stets eine an die aktuelle Stickoxidemission angepaßte Reduktionsmittelmenge in das Abgas eingebracht werden. Damit wird einerseits eine hohe Umsatzrate der Stickoxide am Katalysator erzielt, und andererseits wird vermieden, daß zuviel Reduktionsmittel eingebracht wird, welches dann den Katalysator zusammen mit dem Abgas verläßt und in die Umwelt gelangt. Der Austritt von Reduktionsmittel in die Umwelt wird auch als Schlupf bezeichnet. Er ist insbesondere bei Verwendung von Ammoniak zu vermeiden, um eine zusätzliche Belastung der Umwelt zu verhindern.

Die Ermittlung der pro Zeiteinheit einzubringenden Menge an Reduktionsmittel gestaltet sich insbesondere bei instationär betriebenen Verbrennungsanlagen schwierig. Solche instationär betriebene Verbrennungsanlagen sind beispielsweise im Kraftfahrzeugbereich eingesetzte Dieselmotoren, die mit häufigen Lastwechseln betrieben werden. Die Emission der Stickoxide kann daher innerhalb kurzer Zeitintervalle beträchtlich variieren. In Folge dessen ist es notwendig, daß auch die zudosierte Menge an Reduktionsmittel sehr schnell variiert und genau eingestellt wird. Die Menge des einzubringenden Reduktionsmittels ist also bedarfsabhängig zu steuern. Der aktuelle Bedarf wird dabei anhand von Parametern ermittelt, die den Betriebszustand der Verbrennungsanlage charakterisieren. Bei einem Dieselmotor sind solche Parameter beispielsweise Drehzahl, Drehmoment, Betriebstemperatur oder Kraftstoffverbrauch. Aus der DE-195 36 571 A1 ist es bekannt, zusätzlich Parameter hinzuzuziehen, die den Betriebszustand des Katalysators charakterisieren. Diese Parameter sind beispielsweise die Speicherkapazität des Katalysators für das Reduktionsmittel, die Betriebstemperatur oder die katalytische Aktivität des Katalysators.

Aus den verschiedenen Parametern wird beispielsweise

anhand eines Kennfelds die für die Umsetzung der Stickoxide benötigte Menge an Reduktionsmittel ermittelt. Für die Bestimmung des pro Zeiteinheit zuzudosierenden Volumens der Reduktionsmittellösung sind bei der Verwendung einer Reduktionsmittellösung zudem deren Eigenschaften, beispielsweise deren Konzentration, mit zu berücksichtigen. In der Regel wird die Menge an Reduktionsmittel so bestimmt, daß dem Katalysator etwas weniger Reduktionsmittel zugeführt wird, als zur Umsetzung der Stickoxide notwendig ist, so daß Schlupf auf alle Fälle vermieden ist. Der Katalysator wird also unterhalb der theoretisch möglichen Umsatzrate betrieben. Die Umsatzrate gibt den Anteil der am Katalysator reduzierten Stickoxide an.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren und eine Vorrichtung zur katalytischen Umsetzung von im Abgas einer Verbrennungsanlage enthaltenen Stickoxiden anzugeben, wobei ein Schlupf des Reduktionsmittels sicher vermieden und gleichzeitig eine hohe Umsatzrate der Stickoxide am Katalysator erzielt wird.

Gemäß der Erfindung wird zur Lösung der Aufgabe bei dem Verfahren zur katalytischen Reduzierung von Stickoxiden, insbesondere von Stickoxiden im Abgas eines mit Luftüberschuß betriebenen Verbrennungsmotors, ein Katalysator von dem Abgas durchströmt, vor dem Durchströmen des Katalysators wird in das Abgas eine Reduktionsmittellösung zudosiert und die pro Zeiteinheit zu dosierende Menge des gelösten Reduktionsmittels wird bedarfsabhängig bestimmt, wobei die Dichte der Reduktionsmittellösung zur Bestimmung des pro Zeiteinheit zu dosierenden Volumens der Reduktionsmittellösung herangezogen wird.

Die Erfindung geht von der Überlegung aus, daß bei einer volumetrischen Dosierung der Reduktionsmittellösung die zudosierte Menge an Reduktionsmittel von der Dichte der Reduktionsmittellösung beeinflusst wird. Dichteschwankungen treten in erster Linie bei Temperaturänderungen auf. Mit der Einbeziehung der Dichte wird die durch Dichteschwankungen hervorgerufene Ungenauigkeit bei der Dosierung weitgehend verhindert und eine hohe Dosiergenauigkeit erreicht. Dadurch wird die gewünschte Umsatzrate möglichst genau erzielt, ohne daß Schlupf auftritt.

Als Reduktionsmittellösung wird vorzugsweise eine wäßrige Harnstofflösung verwendet. Die Harnstofflösung wird in das heiße Abgas eindosiert. Dabei wird aus dem gelösten Harnstoff das eigentliche Reduktionsmittel, nämlich der Ammoniak, freigesetzt. Das Ammoniak gelangt zusammen mit den Stickoxiden in den Katalysator, wo es an der katalytisch aktiven Fläche die Stickoxide zu Stickstoff reduziert.

Bevorzugt wird zur Bestimmung der Dichte die Temperatur der Reduktionsmittellösung gemessen und in Abhängigkeit von der aus der Temperatur abgeleiteten Dichte das zu dosierende Volumen der Reduktionsmittellösung gesteuert. Die Temperatur ist die wesentliche Bestimmungsgröße für die Dichte und kann in einfacher Weise durch gebräuchliche Temperatursensoren ermittelt werden. Da die Reduktionsmittellösung in flüssiger Form vorliegt und nahezu inkompressibel ist, ist die Dichte von Druckeinflüssen im wesentlichen unbeeinflusst.

Die Temperaturmessung kann bereits in einem Vorratsbehälter für die Reduktionsmittellösung oder bevorzugt unmittelbar vor einer Dosiereinrichtung zur volumetrischen Dosierung der Reduktionsmittellösung erfolgen. Mit der Bestimmung der Temperatur unmittelbar vor der Dosiereinrichtung wird dabei eine höhere Genauigkeit erreicht, da die tatsächliche Temperatur der Reduktionsmittellösung am Ort der Dosiereinrichtung ermittelt wird. Bei einer Temperaturmessung im oder am Vorratsbehälter können demgegenüber unter Umständen in einer zu der Dosiereinrichtung führenden Zuleitung Wärmeverluste auftreten, die bei der Ermitt-

lung der Dichte zu berücksichtigen sind.

Das zu dosierende Volumen wird vorteilhafter Weise aus einer Kennlinie bestimmt, die die Abhängigkeit zwischen der Temperatur und der Dichte der Reduktionsmittellösung wiedergibt. Das zu dosierende Volumen kann dadurch in einfacher Weise aus der Kennlinie abgelesen werden, und braucht nicht permanent rechnerisch ermittelt werden. Es ist daher ausreichend, die Temperatur-Dichte-Abhängigkeit nur einmal entweder experimentell oder rechnerisch zu bestimmen. Es ist dabei von Vorteil, in einem Speicherelement mehrere Kennlinien für verschiedene Reduktionsmittellösungen abzulegen. Die Reduktionsmittellösungen können sich beispielsweise hinsichtlich ihrer Konzentration oder ihrer Zusammensetzung unterscheiden. In der Regel wird als Reduktionsmittel Harnstoff und als Lösungsmittel Wasser verwendet.

In einer bevorzugten Weise wird die Reduktionsmittellösung temperiert, so daß ihre Dichte auf einen festgelegten Wert eingestellt wird, da bei einer vorgegebenen Temperatur die Dichte definiert ist. Der Vorteil bei der direkten Temperierung der Reduktionsmittellösung ist darin zu sehen, daß die Dichte der Reduktionsmittellösung nicht durch eine gesonderte Messung, beispielsweise einer Temperaturmessung, bestimmt werden muß.

Die Temperierung der Reduktionsmittellösung erfolgt dabei entweder im Vorratsbehälter für die Reduktionsmittellösung oder unmittelbar vor der Dosiereinrichtung. Die Anordnung einer Temperiereinrichtung unmittelbar vor der Dosiereinrichtung bietet den Vorteil, daß die eventuell auftretenden Wärmeverluste durch Abstrahlung zwischen Temperiereinrichtung und Dosiereinrichtung vernachlässigbar sind.

Die Temperierung der Reduktionsmittellösung ist neben der Bestimmung der Temperatur der Reduktionsmittellösung eine alternative oder zusätzliche Möglichkeit, um die Dichte der Reduktionsmittellösung zur Bestimmung des pro Zeiteinheit zu dosierenden Volumens der Reduktionsmittellösung heranzuziehen. Besonders vorteilhaft ist es, die beiden Möglichkeiten miteinander zu kombinieren, um eine hohe Dosiergenauigkeit zu erreichen. Durch die zusätzliche Messung der Temperatur wird eine höhere Genauigkeit bei der Kontrolle der Dichte erzielt. Dies kann insbesondere bei der Inbetriebnahme von Vorteil sein, wenn die Temperiereinrichtung die Reduktionsmittellösung noch nicht auf die vorgegebene Temperatur eingestellt hat.

Die Temperierung erfolgt bevorzugt mittels einer Temperiereinrichtung oder Heizung, und zwar insbesondere mittels eines NTC-Heizelements. Das NTC-Heizelement ist ein elektrisches Widerstands-Heizelement und dadurch charakterisiert, daß sein Widerstand einen negativen Temperaturkoeffizient (NTC) aufweist, d. h. sein Widerstand und damit seine Heizleistung nehmen mit zunehmender Temperatur ab. Das NTC-Heizelement ist also nahezu selbstregulierend, so daß sich damit in besonders einfacher Weise eine gewünschte Temperatur in der Reduktionsmittellösung erreichen läßt, ohne daß eine aufwendige Steuerung der Heizung erforderlich ist.

Das NTC-Heizelement wird zweckmäßigerweise zugleich als Temperatursensor eingesetzt. Hierzu wird der Widerstand des NTC-Heizelements bestimmt, der eine eindeutige Funktion der Temperatur ist. Somit kann durch ein einziges Element zugleich die Reduktionsmittellösung auf eine vorgegebene Temperatur aufgeheizt und die momentane Temperatur der Reduktionsmittellösung unmittelbar bestimmt werden.

In einer bevorzugten Ausgestaltung wird die Konzentration der Reduktionsmittellösung zur Bestimmung des zu dosierenden Volumens herangezogen. Die Konzentration der

Reduktionsmittellösung ist generell eine wesentliche Bestimmungsgröße für das zu dosierende Volumen der Reduktionsmittellösung, da die Konzentration ein Maß für die tatsächlich gelöste Menge an Reduktionsmittel ist.

Da die Konzentration Schwankungen unterworfen sein kann, ist es zweckmäßig, zusätzlich zu der Dichte auch die Konzentration zu bestimmen oder zu kontrollieren. Die Schwankungen in der Konzentration werden beispielsweise durch Verdunstungseffekte oder beim Nachtanken aufgrund herstellungsbedingter Unterschiede bei verschiedenen Reduktionsmittellösungen hervorgerufen. Die Konzentration wird beispielsweise durch ein Meßglied überwacht oder wird alternativ oder zusätzlich durch aktive Kontrolle auf einen vorgebbaren Wert eingestellt. Zur aktiven Kontrolle wird die Reduktionsmittellösung beispielsweise auf eine vorgebbare Temperatur thermostatisiert. Sofern die Reduktionsmittellösung bei der vorgegebenen Temperatur als gesättigte Lösung vorliegt, stellt sich eine fest definierte Gleichgewichtskonzentration entsprechend dem Phasendiagramm zwischen Reduktionsmittel und Lösungsmittel ein. Mit einer entsprechenden Thermostatisierung oder Temperierung der Reduktionsmittellösung wird daher in besonders vorteilhafter Weise sowohl ihre Konzentration als auch ihre Dichte festgelegt, so daß das zu dosierende Volumen sehr genau bestimmt werden kann.

Die auf die Vorrichtung bezogene Aufgabe wird gemäß der Erfindung gelöst durch eine Vorrichtung zur katalytischen Reduzierung von Stickoxiden im Abgas einer Verbrennungsanlage, insbesondere im Abgas eines mit Luftüberschuß betriebenen Verbrennungsmotors, mit

- einer an die Verbrennungsanlage angeschlossenen Abgasleitung,
- einem Katalysator, der in der Abgasleitung angeordnet ist,
- einem Vorratsbehälter für eine Reduktionsmittellösung,
- einer mit dem Vorratsbehälter und der Abgasleitung verbundenen Dosiereinrichtung zur Dosierung der Reduktionsmittellösung in das Abgas und
- mit einem mit der Dosiereinrichtung verbundenen Kontrollsystem, welches zur bedarfsabhängigen Dosierung des Volumens der Reduktionsmittellösung unter Berücksichtigung deren Dichte ausgebildet ist.

Das Kontrollsystem ist dabei derart ausgebildet, daß es zur Kontrolle der Dichte der Reduktionsmittellösung geeignet ist. Der Begriff Kontrolle umfaßt hierbei sowohl das passive Überwachen oder Messen als auch das aktive Steuern oder Festlegen der Dichte der Reduktionsmittellösung.

Zur Kontrolle im Sinn von Überwachen umfaßt das Kontrollsystem vorteilhafterweise einen Temperatursensor, mit dem die Temperatur der Reduktionsmittellösung meßbar ist.

Zur Kontrolle im Sinn von Steuern umfaßt das Kontrollsystem bevorzugt eine Temperiereinrichtung, mit der eine definierte Temperatur der Reduktionsmittellösung einstellbar ist.

Weitere vorteilhafte Ausgestaltung der Vorrichtung sind den auf die Vorrichtung bezogenen Unteransprüchen zu entnehmen. Die im Hinblick auf das Verfahren dargelegten Vorteile gelten sinngemäß auch für die Vorrichtung.

Ausführungsbeispiele der Erfindung werden im folgenden anhand der Zeichnung näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 eine schematische Ansicht einer Abgasreinigungsanlage, bei der die Dichte der Reduktionsmittellösung unmittelbar vor einer Dosiereinrichtung kontrolliert wird und

Fig. 2 ebenfalls eine Abgasreinigungsanlage in einer schematischen Ansicht, bei der die Dichte in einem Vorrats-

behälter kontrolliert wird.

Gemäß der **Fig. 1** ist die Abgasreinigungsanlage mit einer Verbrennungsanlage **2** verbunden und umfaßt eine daran angeschlossene Abgasleitung **4** für bei der Verbrennung von fossilem Brennstoff anfallendes Abgas A. Das Abgas A durchströmt einen in die Abgasleitung **4** geschalteten Katalysator **6**, insbesondere einen DeNO_x-Katalysator. Die Verbrennungsanlage **2** ist insbesondere ein mit Luftüberschuß betriebener Verbrennungsmotor, beispielsweise ein Dieselmotor.

In das Abgas A wird vor dessen Eintritt in den Katalysator **6** eine Reduktionsmittellösung R aus einem Vorratsbehälter **8** mittels einer Dosiereinrichtung **10** eindosiert. Die Dosiereinrichtung **10** ist beispielsweise ein Ventil, mit dem das in das Abgas A zudosierte Volumen der Reduktionsmittellösung R gesteuert wird. Die Reduktionsmittellösung R wird von der Dosiereinrichtung **10** über eine an die Abgasleitung **4** angeschlossene Dosierleitung **12** und eine am Ende der Dosierleitung **12** angeordnete Düse **14** in das Abgas A eingespritzt.

Als Reduktionsmittellösung R wird bevorzugt eine wäßrige Harnstofflösung verwendet, aus der nach der Einbringung in das heiße Abgas A Ammoniak als Reduktionsmittel freigesetzt wird. Das Ammoniak gelangt mit dem im Abgas A befindlichen Stickoxiden in den Katalysator A und reduziert an der katalytisch aktiven Fläche die Stickoxide im wesentlichen zu Stickstoff und Wasser.

Die Reduktionsmittellösung R wird über eine Zuleitung **16** der Dosiereinrichtung **10** aus dem Vorratsbehälter **8** zugeführt. An der Zuleitung **16** ist unmittelbar vor der Dosiereinrichtung **10** eine Temperiereinrichtung **18** sowie ein Temperatursensor **20** angeordnet. Die Temperiereinrichtung **18** ist beispielsweise eine die Zuleitung **16** umfassende Heizmanschette, mit der die Temperatur der Reduktionsmittellösung R auf eine definierte Temperatur gebracht wird. Die Temperiereinrichtung **18** kann alternativ auch in der Zuleitung **16** angeordnet sein, so daß ein intensiver Kontakt zwischen Temperiereinrichtung **18** und Reduktionsmittellösung R hergestellt ist. Die Temperiereinrichtung **18** ist bevorzugt derart ausgebildet, daß die Reduktionsmittellösung R an dem der Dosiereinrichtung **10** zugewandten Ende der Temperiereinrichtung die gewünschte Temperatur aufweist und von Temperaturschwankungen in der Umgebung der Temperiereinrichtung **18** unbeeinflusst bleibt. Hierzu ist die Temperiereinrichtung **18** beispielsweise als langgestreckter Zylinder um die Zuleitung **16** ausgeführt. Die Temperiereinrichtung **18** ist bevorzugt eine elektrische Heizung, und insbesondere ein NTC-Heizelement.

Mit der Temperiereinrichtung **18** wird eine Temperatur der Reduktionsmittellösung R eingestellt, die beispielsweise einige Grad bis einige 10 Grad über der Umgebungstemperatur liegt. Mit der Temperiereinrichtung **18** kann die Reduktionsmittellösung alternativ auch gekühlt werden. Die einzustellende Temperatur wird dabei derart gewählt, daß eine möglichst geringe Heizleistung oder Kühlleistung und damit ein möglichst geringer Energieverbrauch erforderlich ist. Die einzustellende Temperatur kann hierzu in Abhängigkeit der Umgebungstemperatur gewählt werden, die beispielsweise über einen nicht näher dargestellten Temperaturfühler ermittelt wird.

Der Temperiereinrichtung **18** nachfolgend ist der Temperatursensor **20** vor der Dosiereinrichtung **10** angeordnet. Mit dem Temperatursensor **20** wird die Temperatur der Reduktionsmittellösung R unmittelbar vor dem Eintritt in die Dosiereinrichtung **10** ermittelt. Als Temperatursensor **20** werden gebräuchliche Temperatursensoren verwendet, die die Temperatur möglichst schnell erfassen.

Wird als Temperiereinrichtung **18** ein NTC-Heizelement

verwendet, so kann dies zugleich als Temperatursensor herangezogen werden. Bevorzugt wird das NTC-Heizelement in die Zuleitung **16** eingebaut, so daß ein intensiver Kontakt zwischen dem NTC-Heizelement und der Reduktionsmittellösung R besteht. Somit kann mit dem NTC-Heizelement die Reduktionsmittellösung R temperiert und ihre Temperatur gleichzeitig über eine Widerstandsmessung bestimmt werden.

Die zusätzliche Anordnung des Temperatursensors **20** zu der Temperiereinrichtung **18** ist im Hinblick auf eine hohe Dosiergenauigkeit besonders vorteilhaft. Temperiereinrichtung **18** und Temperatursensor **20** können in Kombination oder einzeln verwendet werden, um die Dichte der Reduktionsmittellösung zu kontrollieren und die Dichte bei der Bestimmung des zu dosierenden Volumens der Reduktionsmittellösung R heranzuziehen.

Zur Steuerung des Volumens der Reduktionsmittellösung R, das pro Zeiteinheit in das Abgas A eindosiert wird, ist ein Kontrollsystem vorgesehen, daß insbesondere eine Kontrolleinheit **22**, die Temperiereinrichtung **18**, den Temperatursensor **20**, die Dosiereinrichtung **10** sowie ein Meßglied **24** zur Bestimmung der Konzentration der Reduktionsmittellösung R umfaßt. Da bei instationär betriebenen Verbrennungsmotoren pro Zeiteinheit sehr unterschiedliche Mengen an Stickoxiden im Abgas A auftreten, muß sich die zudosierte Menge an Reduktionsmittel dem jeweiligen Bedarf anpassen. Der Bedarf an Reduktionsmittel wird dabei in erster Linie aus Kenndaten M des Verbrennungsmotors **2** bestimmt. Neben den Kenndaten M des Verbrennungsmotors **2** werden optional als weitere wichtige Größen Kenndaten K des Katalysators **6** an die Kontrolleinheit **22** übermittelt. Aus diesen beiden Sätzen von Kenndaten bzw. Parametern wird der aktuelle Bedarf an Reduktionsmittel abgeleitet. Die Kontrolleinheit **22** umfaßt hierzu beispielsweise ein Speicherelement **26**, in dem ein Kennfeld für die unterschiedlichen Parametersätze abgelegt ist, und aus dem die aktuell benötigte Reduktionsmittelmenge bestimmt wird.

Ausgehend vom Bedarf an Reduktionsmittel wird das Volumen der Reduktionsmittellösung R bestimmt, das über die Dosiereinrichtung **10** zudosiert wird. Hierzu gehen insbesondere die Konzentration C sowie die Dichte der Reduktionsmittellösung R ein. Die Konzentration C ist entweder beim Befüllen festgelegt, oder sie wird alternativ oder zusätzlich durch das Meßglied **24** ermittelt oder durch die Temperierung der Reduktionsmittellösung R definiert, sofern diese gesättigt ist.

Die Dichte der Reduktionsmittellösung R wird mit Hilfe der Kontrolleinheit **22** kontrolliert. Dabei umfaßt die Kontrolle zum einen die Messung der Temperatur der Reduktionsmittellösung R mit Hilfe des Temperatursensors **20** sowie zum anderen die Einstellung der Temperatur der Reduktionsmittellösung R mit Hilfe der Temperiereinrichtung **18**. Zur Berücksichtigung der Dichte wird vom Temperatursensor **20** ein Signal T an die Kontrolleinheit und von der Kontrolleinheit **22** ein Signal H an die Temperiereinrichtung **18** übermittelt. Aufgrund des Signals H wird die Temperiereinrichtung **18** auf eine bestimmte Temperatur eingestellt. Ausgehend von der Konzentration und der Dichte der Reduktionsmittellösung R bestimmt die Kontrolleinheit **22** das zu dosierende Volumen. Hierzu ist in dem Speicherelement **26** beispielsweise eine Kennlinie oder ein Kennlinienfeld gespeichert, das die Abhängigkeit zwischen Temperatur und Dichte wiedergibt. Das ermittelte und pro Zeiteinheit zu dosierende Volumen wird als Signal D an die Dosiereinrichtung **10** übermittelt.

Abweichend zur **Fig. 1** sind gemäß **Fig. 2** die Temperiereinrichtung **18** sowie der Temperatursensor **20** jeweils im oder am Vorratsbehälter **8** angeordnet. Bei dieser alternati-

ven Ausführungsform können über die Zuleitung 16 zu der Dosiereinrichtung 10 Wärmeverluste auftreten. Die an der Dosiereinrichtung 10 vorliegende Temperatur der Reduktionsmittellösung R kann daher von der im Vorratsbehälter 8 gemessenen oder eingestellten Temperatur abweichen, so daß bei der Ermittlung der Dichte der Reduktionsmittellösung R eine Korrektur erforderlich ist. Um die Wärmeverluste über die Zuleitung 16 möglichst gering zu halten, ist diese vorzugsweise mit einer Isolierung 28 umgeben.

Bei dem Verfahren und bei der Vorrichtung zur katalytischen Reduzierung von Stickoxiden im Abgas der Verbrennungsanlage 2 ist der wesentliche Gesichtspunkt die Heranziehung der Dichte der Reduktionsmittellösung R zur Ermittlung des zu dosierenden Volumens. Die Dichte wird dabei alternativ oder gleichzeitig passiv überwacht sowie aktiv beeinflusst, indem die Temperatur der Reduktionsmittellösung R ermittelt bzw. indem die Temperatur der Reduktionsmittellösung eingestellt wird. Die Dichte der Reduktionsmittellösung wird daher in zweifacher Hinsicht kontrolliert, um eine möglichst hohe Dosiergenauigkeit zu erreichen und einen Schlupf an Reduktionsmittel zu verhindern.

Patentansprüche

1. Verfahren zur katalytischen Reduzierung von Stickoxiden im Abgas (A) einer Verbrennungsanlage (2), insbesondere im Abgas (A) eines mit Luftüberschuß betriebenen Verbrennungsmotors, bei dem
 - das Abgas (A) einen Katalysator (6) durchströmt,
 - dem Abgas (A) vor Durchströmen des Katalysators (6) eine Reduktionsmittellösung (R) zudosiert und
 - die pro Zeiteinheit zu dosierende Menge des gelösten Reduktionsmittels bedarfsabhängig bestimmt wird, wobei
 - die Dichte der Reduktionsmittellösung (R) zur Bestimmung des pro Zeiteinheit zu dosierenden Volumens der Reduktionsmittellösung (R) herangezogen wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem die Temperatur der Reduktionsmittellösung (R) gemessen, daraus ihre Dichte abgeleitet und in Abhängigkeit der Dichte das zu dosierende Volumen der Reduktionsmittellösung (R) gesteuert wird.
3. Verfahren nach Anspruch 2, bei dem das zu dosierende Volumen aus einer Kennlinie bestimmt wird, die die Abhängigkeit zwischen Temperatur und Dichte wiedergibt.
4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem die Reduktionsmittellösung (R) temperiert und die Dichte eingestellt wird.
5. Verfahren nach Anspruch 4, bei dem die Temperierung mittels einer Heizung, insbesondere mittels eines sogenannten NTC-Heizelements, durchgeführt wird.
6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem die Konzentration der Reduktionsmittellösung (R) zur Bestimmung des zu dosierenden Volumens herangezogen wird.
7. Vorrichtung zur katalytischen Reduzierung von Stickoxiden im Abgas (A) einer Verbrennungsanlage (2), insbesondere im Abgas eines mit Luftüberschuß betriebenen Verbrennungsmotors, mit
 - einer an die Verbrennungsanlage (2) angeschlossenen Abgasleitung (4) für das Abgas (A),
 - einem Katalysator (6), der in der Abgasleitung (4) angeordnet ist,
 - einem Vorratsbehälter (8) für eine Reduktions-

mittellösung (R),

- einer mit dem Vorratsbehälter (8) und der Abgasleitung (4) verbundenen Dosiereinrichtung (10) zur Dosierung der Reduktionsmittellösung (R) in das Abgas (A) und
- mit einem mit der Dosiereinrichtung (10) verbundenen Kontrollsystem (18 bis 26), welches zur bedarfsabhängigen Dosierung des Volumens der Reduktionsmittellösung (R) unter Berücksichtigung deren Dichte ausgebildet ist.

8. Vorrichtung nach Anspruch 7, bei der das Kontrollsystem (18 bis 26) einen Temperatursensor (20) umfaßt, mit dem die Temperatur der Reduktionsmittellösung (R) meßbar ist.

9. Vorrichtung nach Anspruch 8, bei der das Kontrollsystem (18 bis 26) ein Speicherelement (26) umfaßt, in dem eine Kennlinie gespeichert ist, die die Abhängigkeit zwischen Temperatur und Dichte wiedergibt.

10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 7 bis 9, bei der das Kontrollsystem (18 bis 26) eine Temperiereinrichtung (18) umfaßt, mit der eine definierte Temperatur der Reduktionsmittellösung (R) einstellbar ist.

11. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 7 bis 10, bei der die Temperiereinrichtung (18) eine Heizung, insbesondere ein sogenanntes NTC-Heizelement, aufweist.

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

- Leerseite -

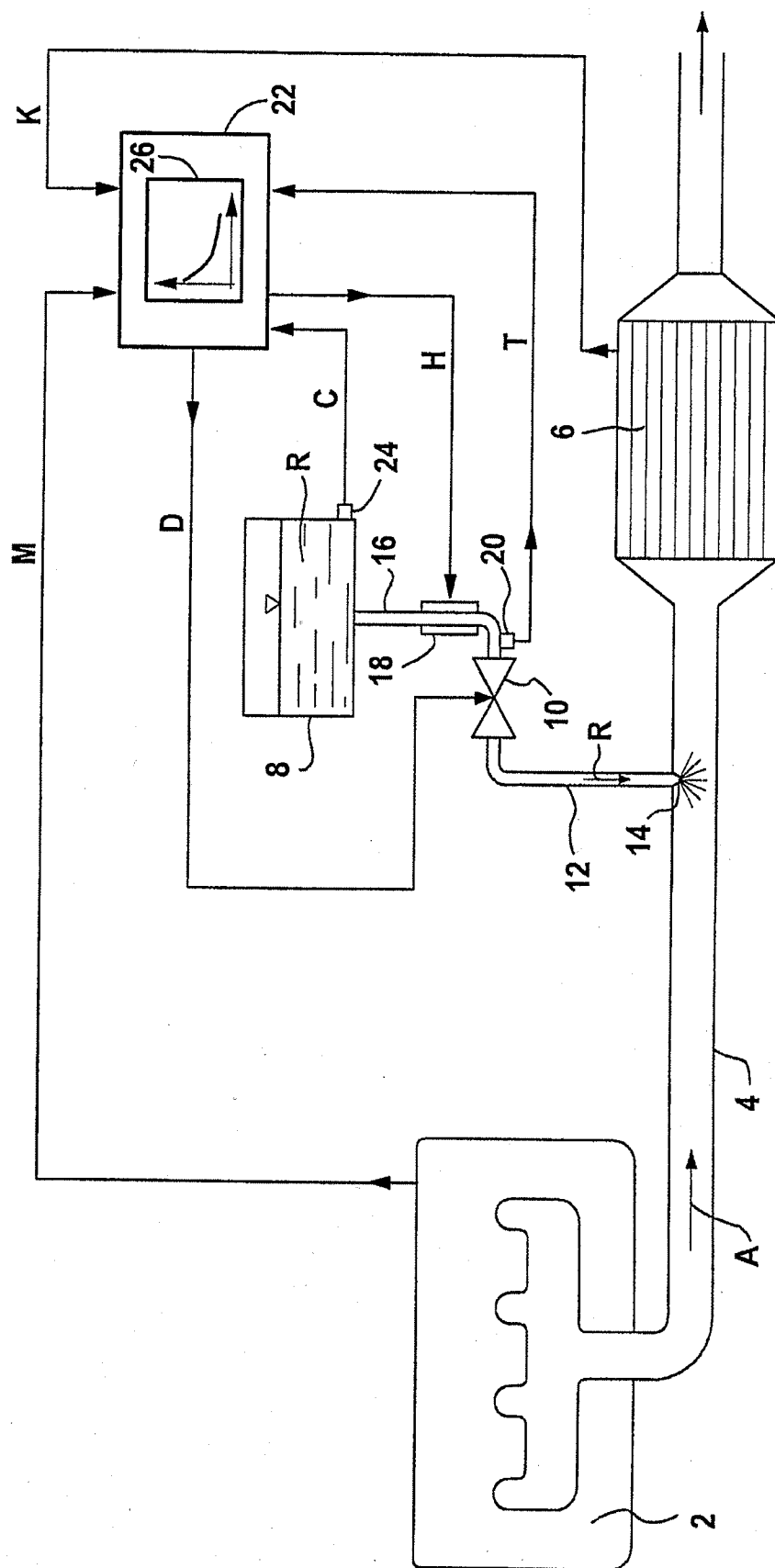


FIG 1

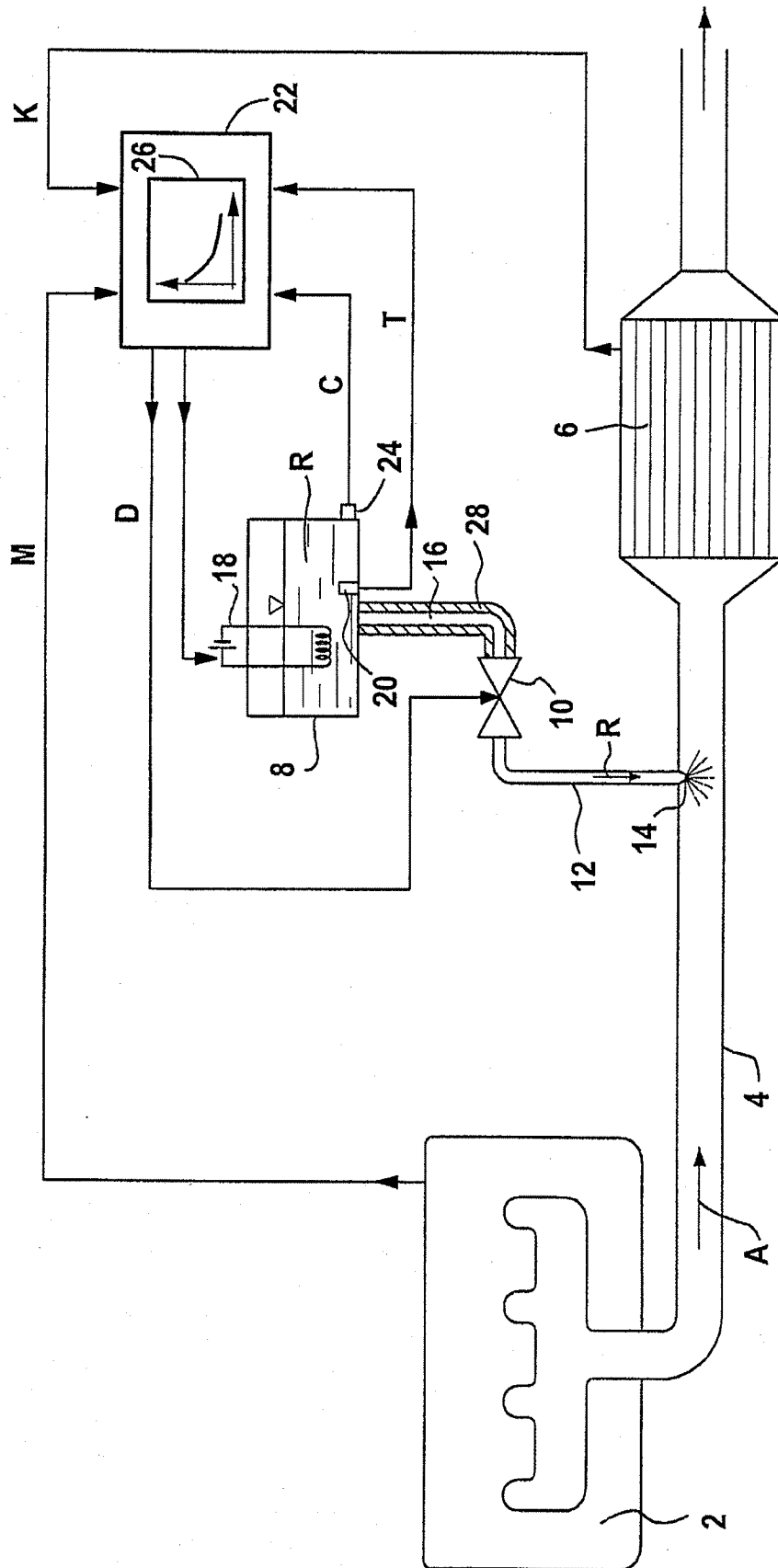


FIG 2